

# Théorie de la charge cognitive, enseignement et explicitation

André Tricot



Centre national d'étude des systèmes scolaires

# Plan

1. Les approches fondées sur les preuves en éducation
2. Qu'est-ce qu'apprendre à l'école ?
3. Comment optimiser les ressources cognitives des élèves ?
4. Conclusion

# Plan

1. Les approches fondées sur les preuves en éducation
2. Qu'est-ce qu'apprendre à l'école ?
3. Comment optimiser les ressources cognitives des élèves ?
4. Conclusion

# Définitions

- Preuves
  - *Preuve et évidence*
  - *Preuves (évidences) logiques, statistiques, culturelles*
- Efficacité
  - Un moyen/une stratégie A est *efficace* quand il permet d'atteindre l'objectif O
  - Un moyen/une stratégie A peut-être plus efficace que B pour atteindre O
  - Mesurer  $pA \Rightarrow O$  et  $pB \Rightarrow O$  : *probabilités*
  - Mesurer à quel point  $A \Rightarrow O$  : *taille d'effet*
  - Mesurer sous quelles conditions  $A \Rightarrow O$  : *conditionnelles*
  - Documenter *ce que signifie* A est plus efficace que B, comprendre les *raisons* de l'efficacité
  - *Efficiéce* = Moyen A / Coût A pour atteindre O
- Autorité (épistémique)
  - Source (de connaissance), issue d'une institution de savoir dans la culture, qu'on tient pour suffisamment vraie et pertinente (quand on manque de connaissance, pour décider, comprendre, agir)

# Preuves statistiques d'efficacité : avantages et limites

- Les avantages de la méthode expérimentale
  - Raisonnement hypothético-déductif
  - Contrôle des variables
  - Réplication
- La notion de preuve statistique
  - Preuve au sens faible ( $\neq$  démonstration)
  - Mesure les chances de se tromper en affirmant que A est plus efficace que B (probabilité)
  - Mesure à quel point A est plus efficace que B (taille d'effet)
- Les limites
  - Raisonnement hypothético-déductif : ne peut tester que des hypothèses (ex. tél. au volant)
  - Essais randomisés contrôlés à grande échelle : faible contrôle des variables, perte causalité si  $A \neq > O$
  - Essais randomisés contrôlés en labo (TCEPA) : faible pertinence / situations réelles
  - Méta-analyses qui ne portent pas sur des réplifications,  
+/-A comparés à des +/-B pour atteindre des +/-O

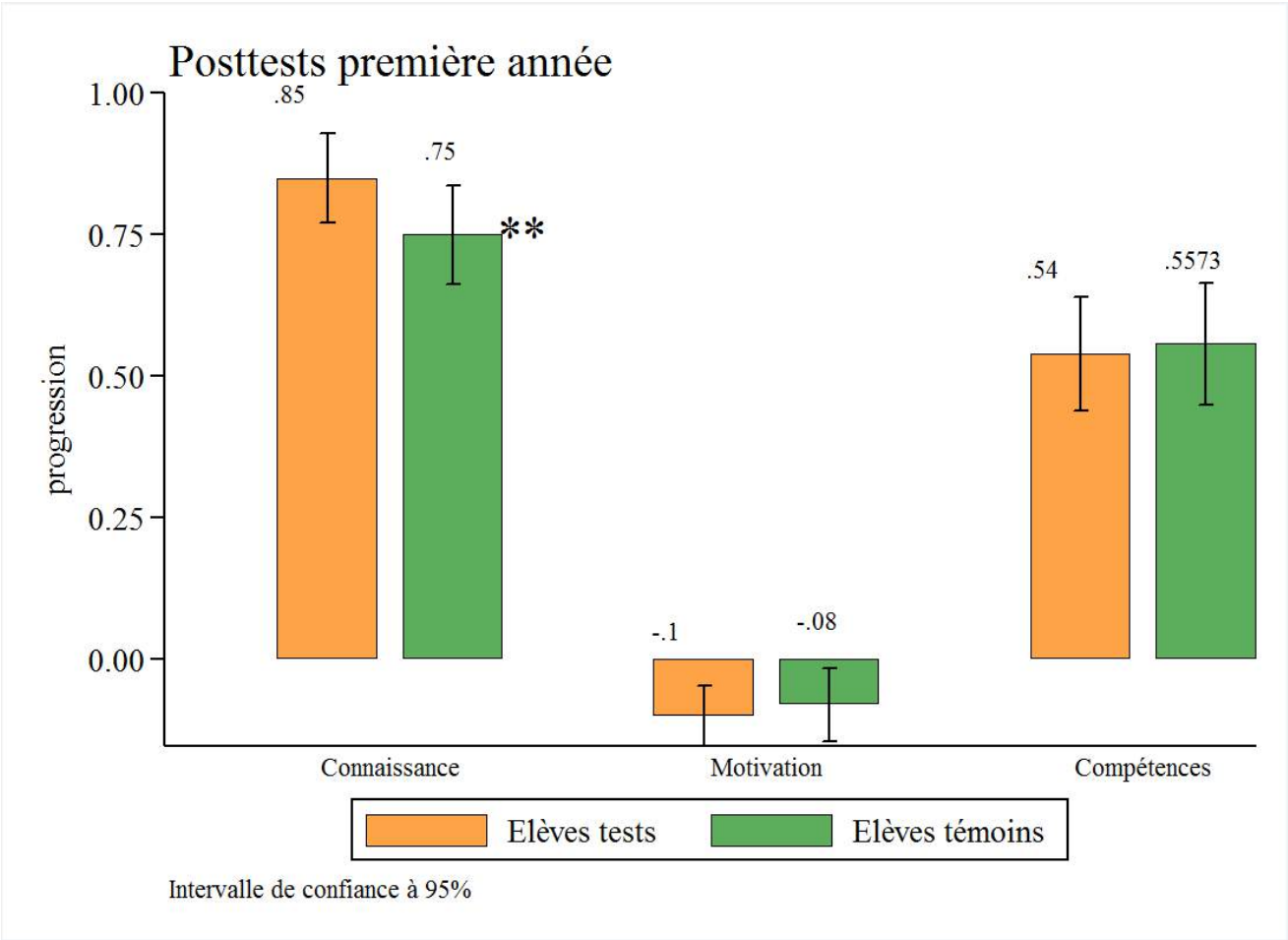
# Exemple de l'ANR Formsciences (2013-18)

- ERC classique
    - 134 enseignants (2694 élèves) répartis en deux groupes
    - 80 heures de formation sur la démarche d'investigation en sciences
  - Mesure des progrès des élèves
  - Questionnaires enseignants
  - Observations filmées des formations
  - Observations filmées de quelques classes
- 
- Suzanne Bellue, Adrien Bouguen, Marc Gurgand : Ecole Economique de Paris (éco dvt)
  - Valérie Munier, Manuel Bächtold, David Cross, Aurélie Chesnais, Céline Lepareur, Karine Molvinger : LIRDEF, U. Montpellier (sciences éducation)
  - Hakim Djeriouat, André Tricot : CLLE, U. Toulouse Jean Jaurès (psycho cognitive)

# Evaluation des progrès des élèves

- Un questionnaire -> 44 questions
  - Seules les questions validées sont gardées
  - Temps de passation acceptable
- Cinq dimensions évaluées
  - Maitrise des Procédures d'Investigation Standardisées (MPIS)
  - Nature de la science (NOS)
  - Connaissances déclaratives en sciences (COD)
  - Raisonnement à partir de documents scientifiques (RIDS)
  - Motivation pour les sciences
- CE2; CM1; CM2

# Résultats : tests vs témoins



La progression des élèves est la différence de score entre le posttest et le prétest mesurée en écart-type du groupe témoins en prétest.  
On contrôle par les scores de début d'année.



# Résultats

- Pas de de différence significative entre les enseignants des deux groupes
  - sur les pratiques déclarées des enseignants
  - sur leurs connaissances sur l'enseignement des sciences
  - sur leur vision des sciences
- Les enseignants se déclarent satisfaits de la formation.
  - 87% se déclarent plutôt ou tout à fait satisfaits de la formation.

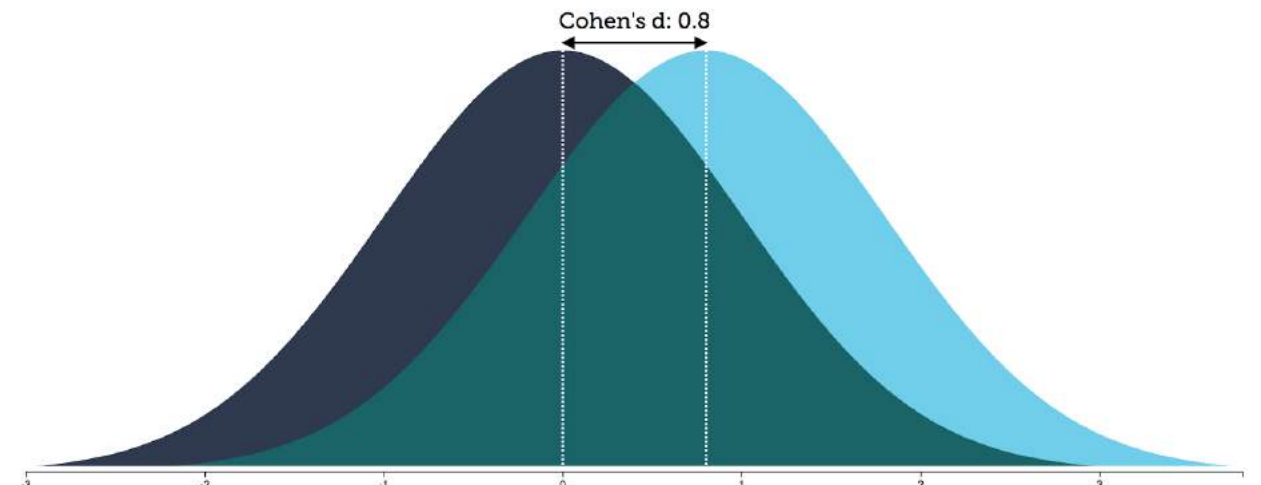
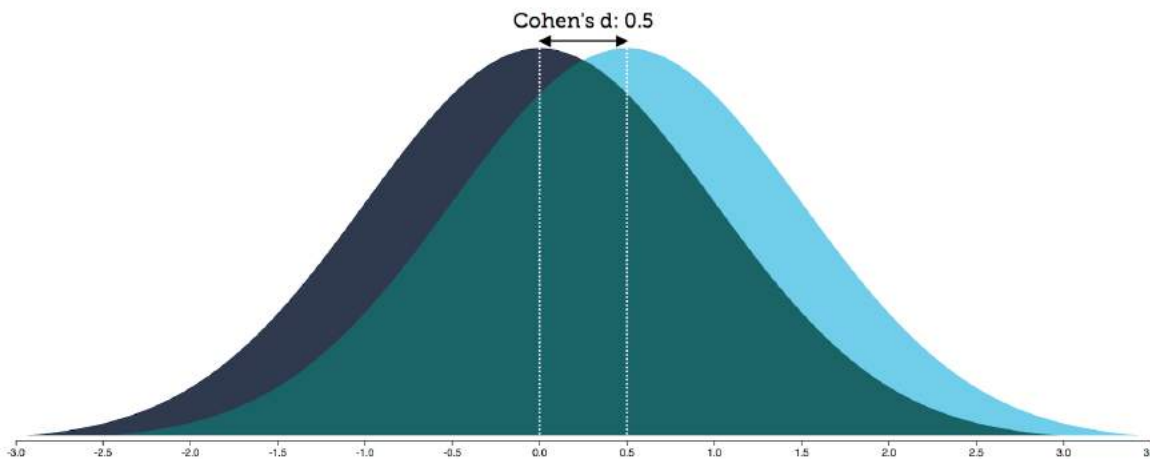
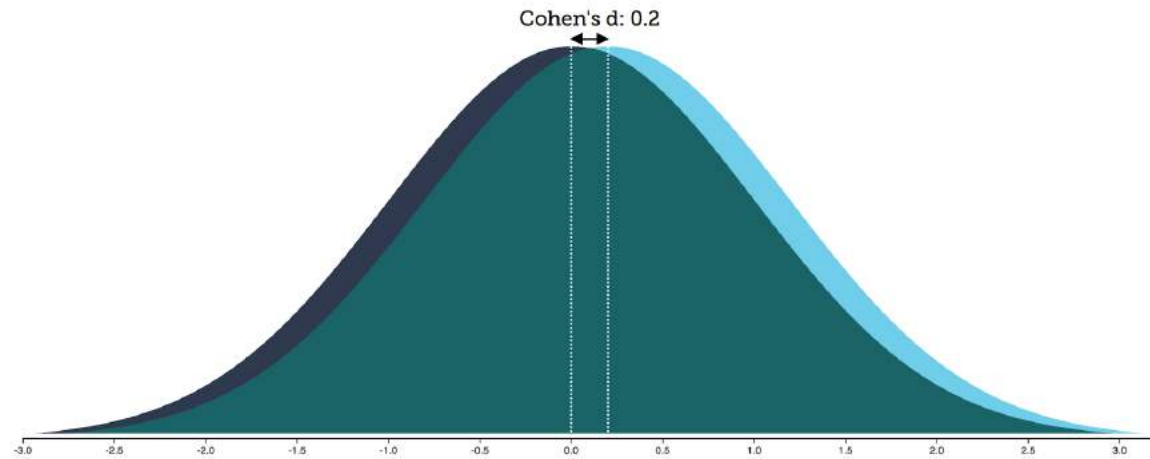
# Analyse des formations

- Vidéos de formations intégralement transcrites
- Certaines PCK, identifiées par la recherche comme particulièrement déterminantes des pratiques, sont très peu (voire pas) présentes dans les formations
- Pas de contenu sur l'évaluation
- Pas de progression
- Pas de répartition des PCK qui feraient apparaître une logique de développement de ces connaissances.
- PCK abordées mais plus de la moitié sont isolées, peu articulées, alors que la littérature montre l'importance de leur articulation
- Pas institutionnalisées (sauf cas particulier).

# Preuves statistiques d'efficacité : en enseignement

- Les connaissances pour la conception
  - Conditionnelles
    - Estimation faible : une situation d'enseignement = 163 variables
    - Si je sais que la variable  $A \Rightarrow O$  sous certaines conditions, ai-je la connaissance de l'interaction avec les 162 conditions ?
- Exemples
  - L'effet de l'étude de problèmes résolus : fondée sur une théorie, une hypothèse
    - Plus efficace que la résolution de problème ( $d = 0,43$ )
    - En début d'apprentissage, pour les élèves moins avancés, en mathématiques
  - L'effet du redoublement : pas de théorie, pas d'hypothèse
    - Inefficace dans 80% des cas : quels sont les 20% efficaces ?
    - Considéré comme très peu efficient, car « très cher » pour des résultats mitigés
    - Que faire à la place, de plus efficace et plus efficient ?

# Preuve statistique



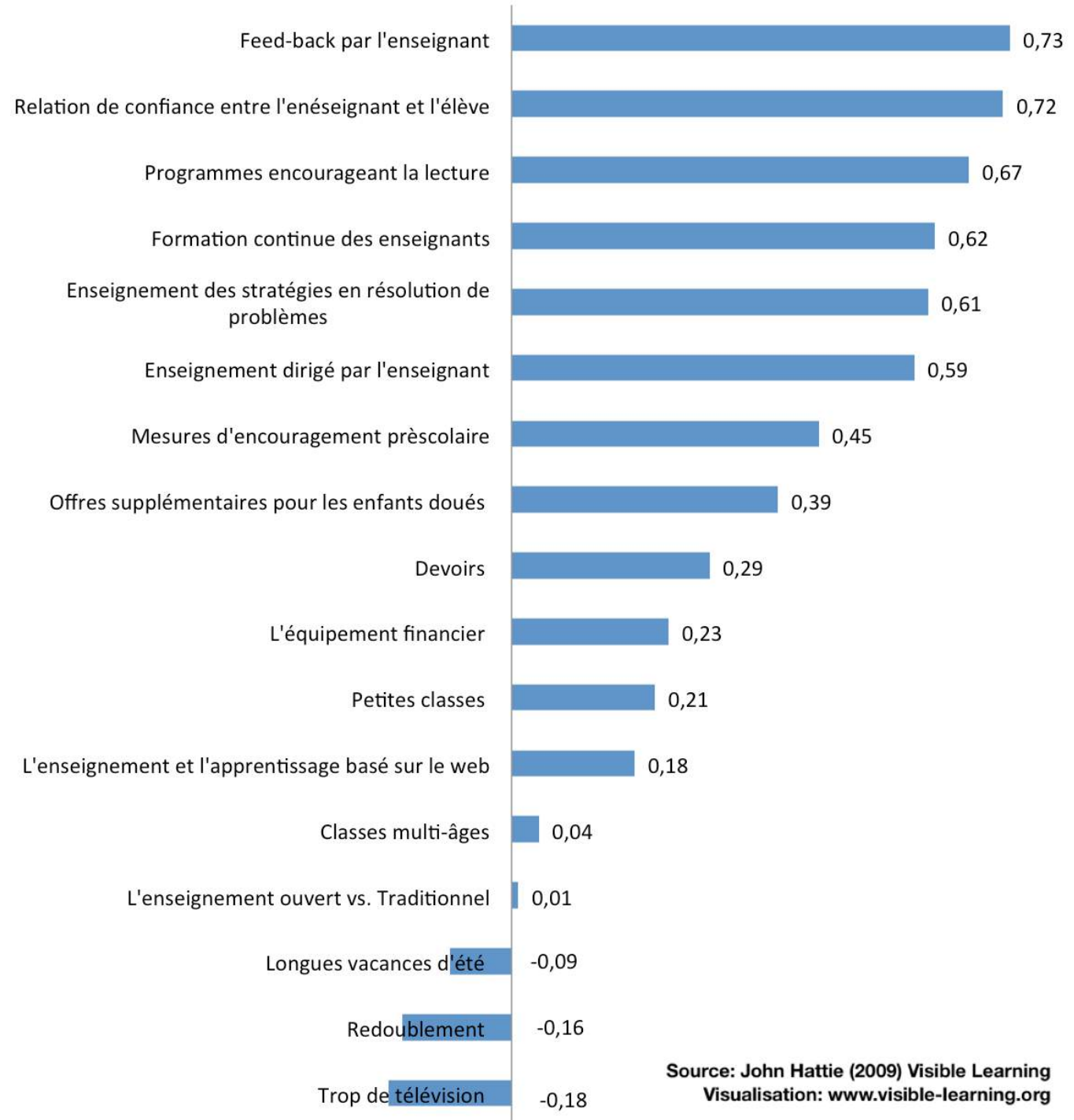
valeur  $d$  interprétation grossière

0,2 Petit effet

0,5 Effet modéré

0,8 Grand effet

# Les facteurs qui favorisent la réussite des élèves (Hattie, 2017)



Source: John Hattie (2009) Visible Learning  
Visualisation: [www.visible-learning.org](http://www.visible-learning.org)

# Preuve culturelle : exemple de l'ANR DEEC

## L'analyse conjointe de la pratique documentée

**Celluloid** 



**Situation non-problématisée :**  
Dans une classe, il y a 12 élèves.  
On fait 3 équipes.  
Dans chaque équipe, il y a 4 élèves.

*Zone à compléter /  
Utilisez les commentaires pour proposer des  
descriptions de la pratique.*

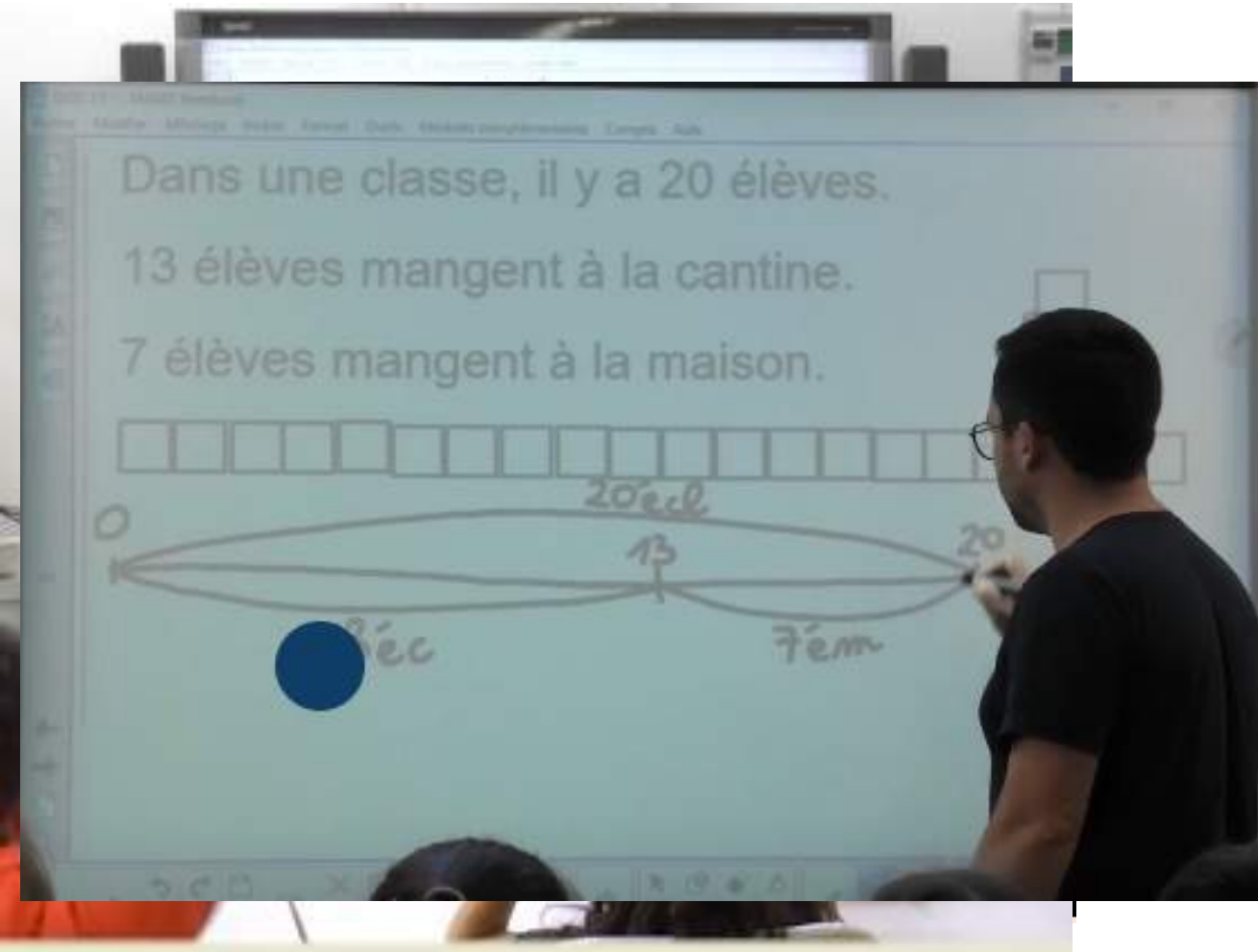
**Zone de description de la**

- P. fait représenter la situation np des cubes encastrables.
- Les él.s. essayent de former des é les cubes pour représenter la situa

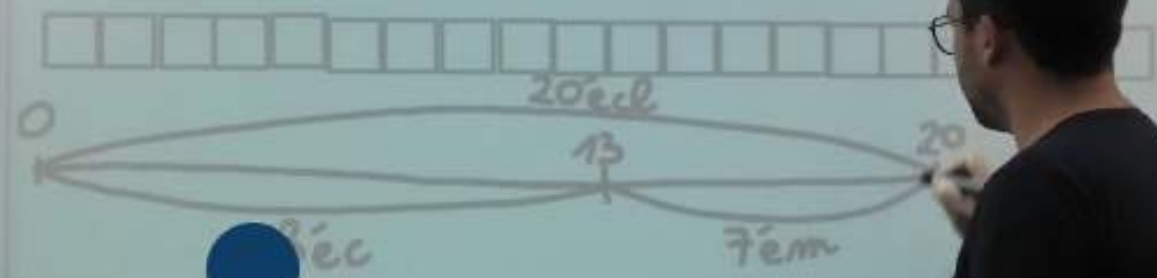
Moi, je pense que y'a plus que douze élèves.

Combien?

1:25/11:27



Dans une classe, il y a 20 élèves.  
13 élèves mangent à la cantine.  
7 élèves mangent à la maison.



20  
13  
7  
7ém

# Preuve culturelle : exemple de l'ANR DEEC

## L'analyse conjointe de la pratique documentée



00:02:20,476 --> 00:03:14,000

Cet épisode semble important pour donner à voir les difficultés rencontrées par les élèves pour traduire la situation non problématisée écrite par les cubes et comment le temps pris par P permet de dépasser ces difficultés. Je me demande dans quelle mesure, les interactions entre élèves auraient pu amener à cette compréhension par l'élève.

00:02:38,000 --> 00:02:46,000

P a un geste intéressant, celui de prendre appui sur le texte de la SNP pour demander à l'é de fabriquer 1 ég de 4é --> cela participe de la traduction des représentations

00:03:31,000 --> 00:04:09,000

L'élève a finalement représenté comme il savait le faire. Jusqu'à présent, il utilisait un "train-cube" pour représenter. P s'appuie sur le "déjà-là". Je trouve ça super important. on voit là, l'addition. En déplaçant les trains-cubes de 4 élèves, P transforme la représentation en ligne en représentation en rectangle: nouvelle représentation à mettre au travail. Puis elle apporte la dénomination de cette représentation, le nombre rectangle.

00:03:42,000 --> 00:03:50,000

Geste important de P : avec les doigts, la mesure de 4é:ég est désignée comme ce pourra être fait à la suite sur le SL représentant la situation

00:03:36,000 --> 00:03:46,000

En lien avec le commentaire de Catherine et les propos de Mireille. Mes élèves ont d'abord fabriqué un nombre-rectangle-cubes (sans le savoir, sans pouvoir le nommer "nombre-rectangle") puis ils ont assemblé les 3 parties, les 3 équipes, pour obtenir un train-cubes (dialectique contrat-milieu). P peut revenir sur ce geste : "J'ai vu comment tu as fait..."



# Limites et perspectives

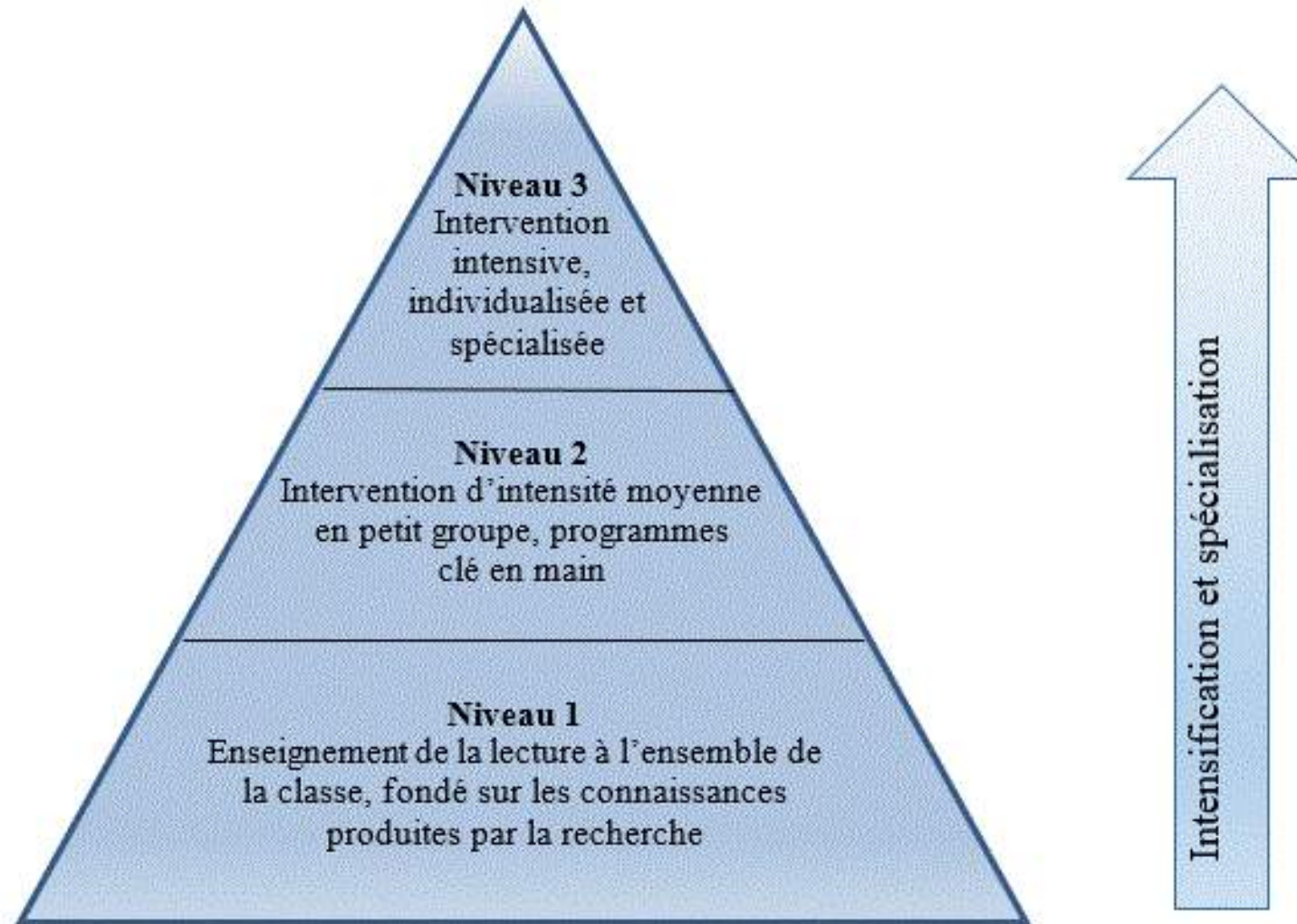
- Validité interne vs. externe : équilibre ou rapport de force ?
- Améliorer la validité interne, pour dire moins de choses fausses
- Améliorer la validité externe, pour être plus pertinent
- Recherches coopératives (1) et coopératives (2)
- Garder l'ambition d'une science
  - cumuler des résultats
  - améliorer, préciser, réfuter les théories
  - construire un lien organique à l'empirie, c'est-à-dire aux pratiques effectives d'enseignement-apprentissage
- Ce dont je vais vous parler : connaissances pour l'ingénierie



# Réponse à l'intervention : problème de départ

- Beaucoup d'élèves en difficulté de la lecture ne se voient proposer aucune aide dans le cadre scolaire (Piquée & Viriot-Goeldel, 2016).
- + de 10% des familles recourent aux services des orthophonistes pour aider leurs enfants (Piquée & Viriot-Goeldel, 2016)
- Communication très rare entre les orthophonistes et les enseignants (Woolvenn, 2014).
- Heure APC : enseignants peu outillés sur les moyens d'aider les élèves en difficultés de lecture

# Réponse à l'intervention



# Réponse à l'intervention

- Utilisée depuis 20 ans aux USA puis Canada
- Souvent, il ne donne rien lorsqu'il est imposé.
- A Lunel, une équipe pilotée par Caroline Viriot-Goeldel, a mis en place la réponse à l'intervention (projet financé par l'ARS Occitanie).
- 3 niveaux d'intervention
  - formation des enseignants de cycle 2 sur le décodage et la compréhension (apports théoriques, *lessons studies*, etc.)
  - approche beaucoup plus participative, co-construite
  - des orthophonistes participent au niveau 3.

# Plan

1. Les approches fondées sur les preuves en éducation
2. Qu'est-ce qu'apprendre à l'école ?
3. Comment optimiser les ressources cognitives des élèves ?
4. Conclusion

# Apprendre : définition (Mayer, 2011)

« L'apprentissage est un changement relativement permanent des connaissances ou du comportement d'une personne dû à l'expérience. ... »

# Apprendre : définition (Mayer, 2011)

« L'apprentissage est un changement relativement permanent des connaissances ou du comportement d'une personne dû à l'expérience. Cette définition a trois composantes :

- la durée du changement qui relève du long terme plutôt que du court terme ;
- l'objet du changement qui est le contenu et la structure des connaissances en mémoire ou le comportement ;
- la cause du changement qui relève de l'expérience de l'apprenant dans l'environnement plutôt que de la fatigue, de la motivation, de médicaments, de conditions physiques ou d'interventions physiologiques ».

# Les deux façons d'apprendre des humains

- Développement : apprentissages adaptatifs, implicites
  - Apprendre sa langue maternelle, à reconnaître des visages, à avoir des relations sociales, à se sortir de situations problèmes, à interagir physiquement avec son environnement par le mouvement
  - Exemples : l'accent de mots, l'approximation de quantités

# Les deux façons d'apprendre des humains

- Développement : apprentissages adaptatifs, implicites
  - Apprendre sa langue maternelle, à reconnaître des visages, à avoir des relations sociales, à se sortir de situations problèmes, à interagir physiquement avec son environnement par le mouvement
  - Exemples : l'accent de mots, l'approximation de quantités
- Apprentissages non adaptatifs, explicites
  - Apprendre à lire, à écrire, une langue étrangère, à résoudre une équation
  - Requièrent des efforts, du temps, de la motivation et des stratégies



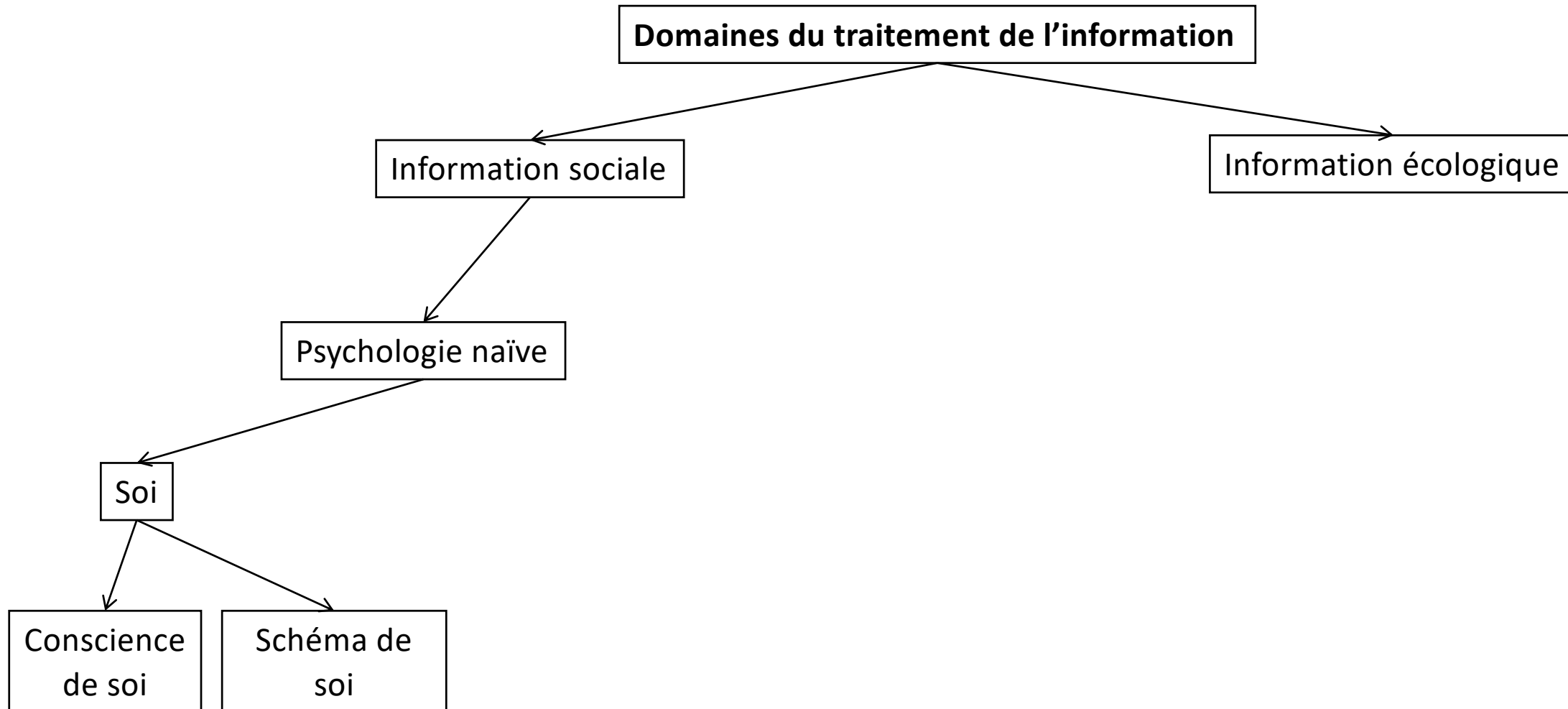
# Connaissances primaires et secondaires

---

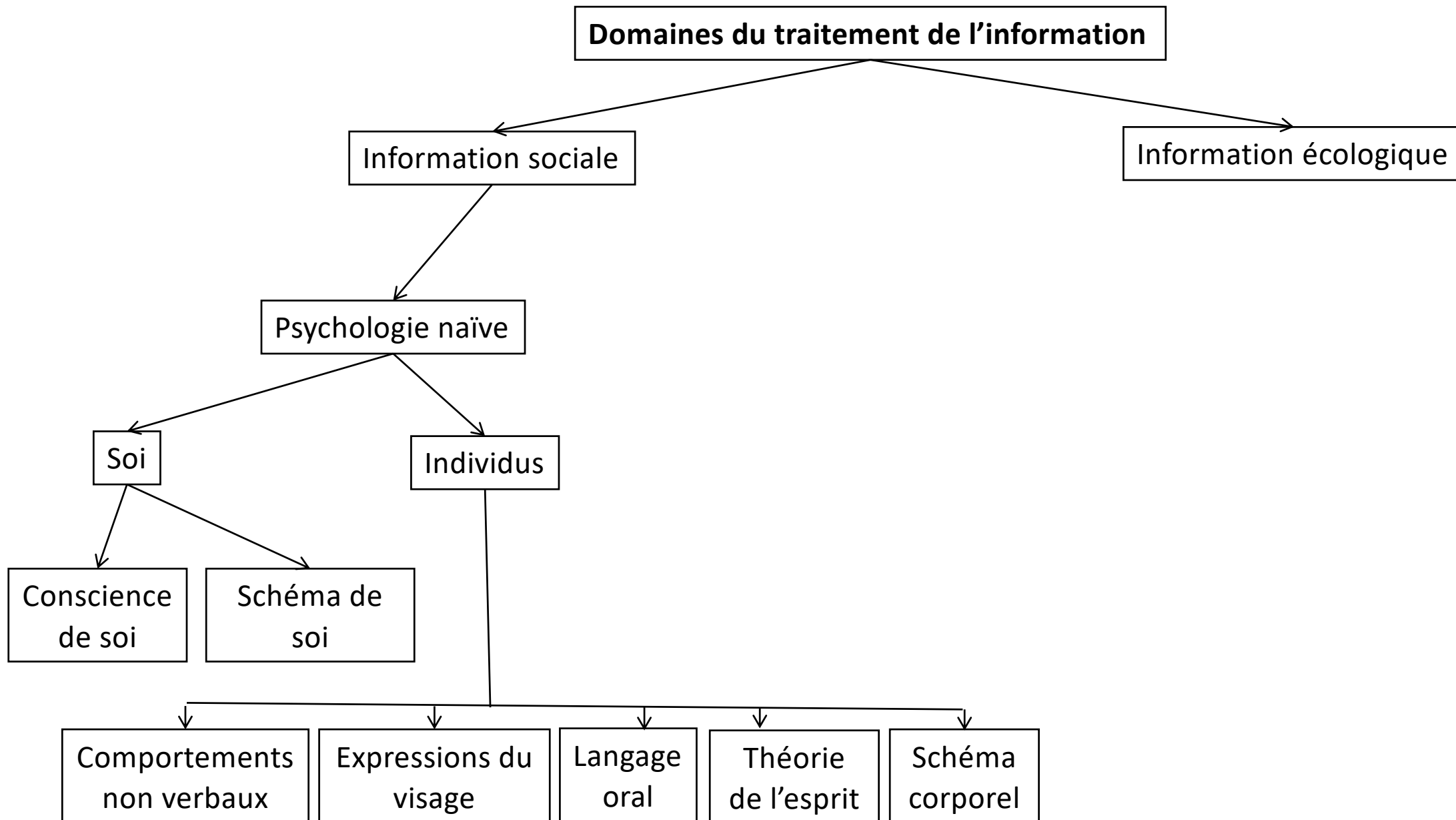
	<b>Connaissances primaires</b> Développement	<b>Connaissances secondaires</b> Apprentissage
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)

---

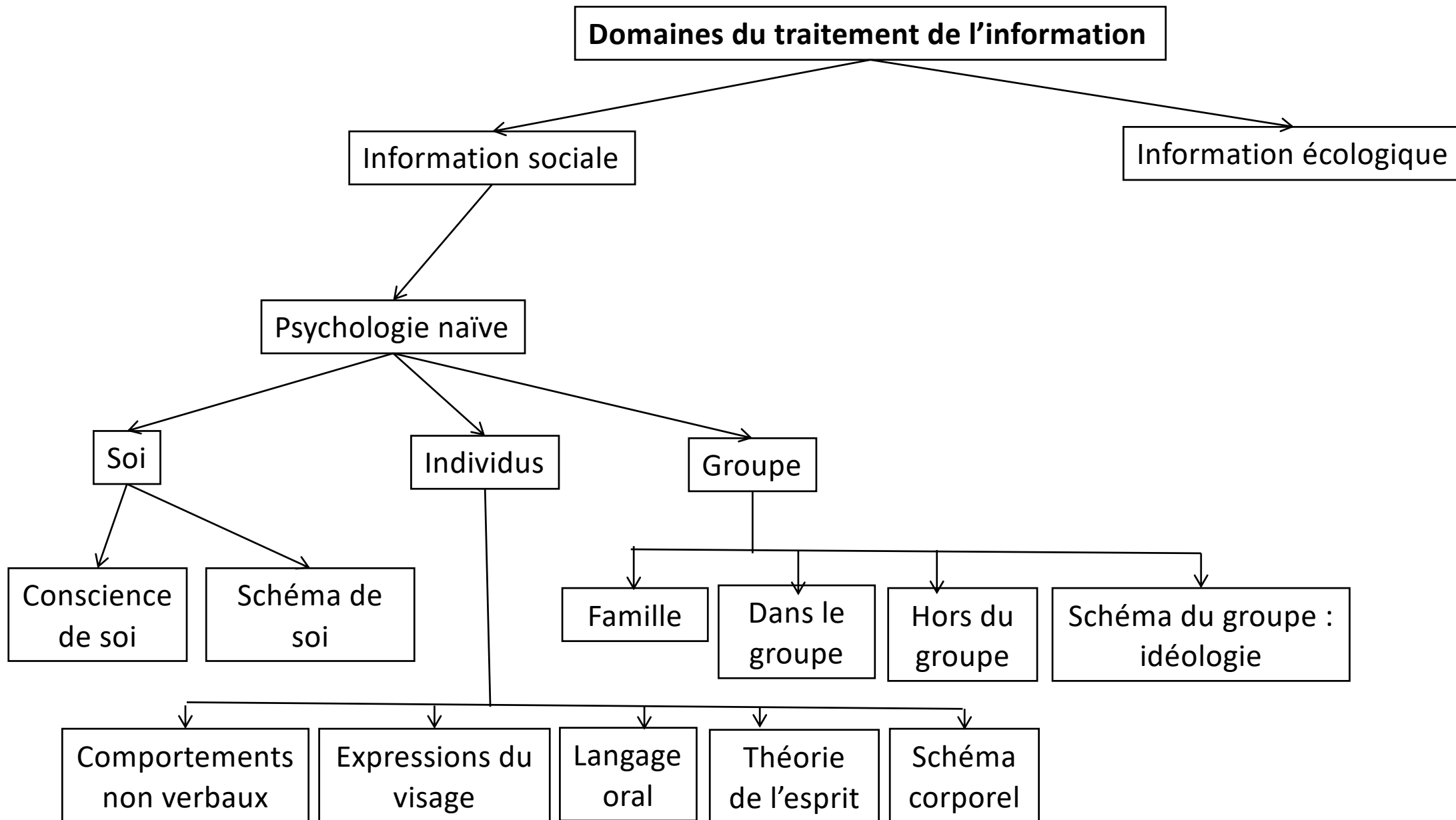
# Les connaissances primaires (Geary, 2008)



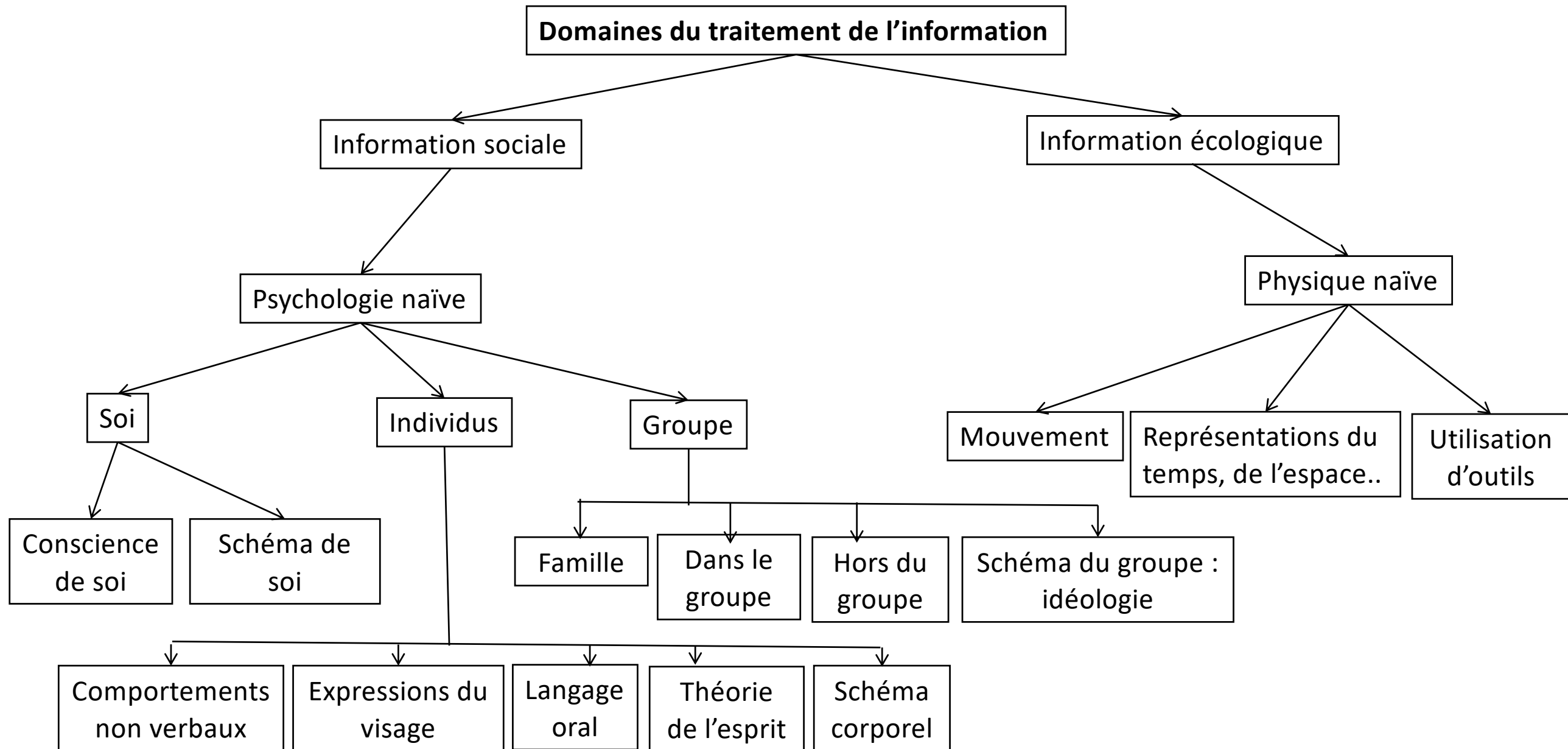
# Les connaissances primaires (Geary, 2008)



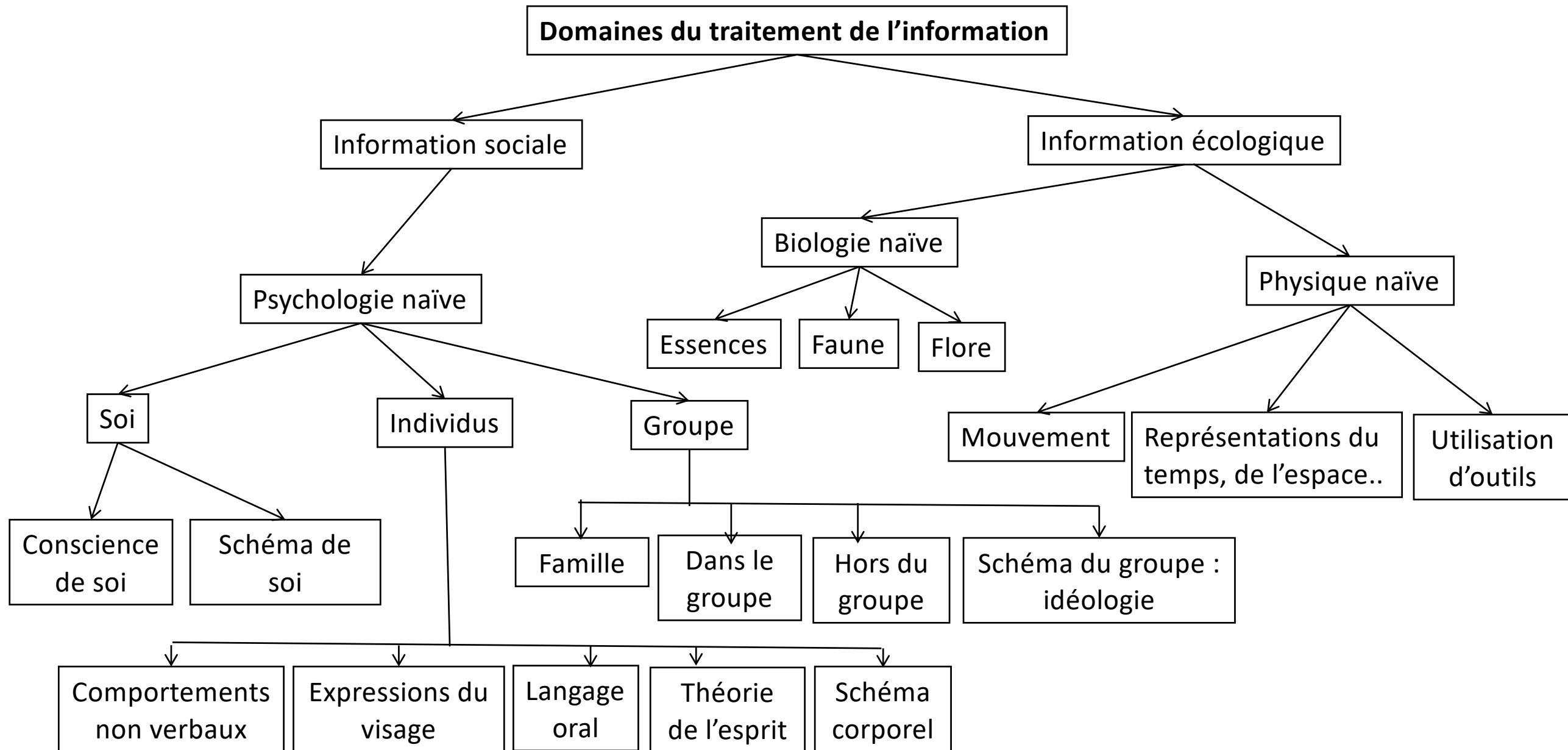
# Les connaissances primaires (Geary, 2008)



# Les connaissances primaires (Geary, 2008)



# Les connaissances primaires (Geary, 2008)



# Connaissances primaires et secondaires

---

	<b>Connaissances primaires</b> Développement	<b>Connaissances secondaires</b> Apprentissage
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante

---

# Connaissances primaires et secondaires

---

	<b>Connaissances primaires</b> Développement	<b>Connaissances secondaires</b> Apprentissage
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante
Apprentissage	Inconscient, sans effort, rapide <b>Fondé sur l'immersion, les relations sociales, l'exploration, le jeu</b>	Conscient, avec effort, lent. Fondé sur l'enseignement, la pratique délibérée, intense, dans la durée

---



# Connaissances primaires et secondaires

	<b>Connaissances primaires</b> Développement	<b>Connaissances secondaires</b> Apprentissage
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante
Apprentissage	Inconscient, sans effort, rapide <b>Fondé sur l'immersion, les relations sociales, l'exploration, le jeu</b>	Conscient, avec effort, lent. Fondé sur l'enseignement, la pratique délibérée, intense, dans la durée
Motivation	Pas besoin de motivation	Motivation extrinsèque souvent nécessaire

# Connaissances primaires et secondaires

	<b>Connaissances primaires</b> Développement	<b>Connaissances secondaires</b> Apprentissage
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante
Apprentissage	Inconscient, sans effort, rapide <b>Fondé sur l'immersion, les relations sociales, l'exploration, le jeu</b>	Conscient, avec effort, lent. Fondé sur l'enseignement, la pratique délibérée, intense, dans la durée
Motivation	Pas besoin de motivation	Motivation extrinsèque souvent nécessaire
Généralisation	Oui	Très difficile

# Connaissances primaires et secondaires

	<b>Connaissances primaires</b> Développement	<b>Connaissances secondaires</b> Apprentissage
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante
Apprentissage	Inconscient, sans effort, rapide <b>Fondé sur l'immersion, les relations sociales, l'exploration, le jeu</b>	Conscient, avec effort, lent. Fondé sur l'enseignement, la pratique délibérée, intense, dans la durée
Motivation	Pas besoin de motivation	Motivation extrinsèque souvent nécessaire
Généralisation	Oui	Très difficile
Exemples	Langage oral Estimation de grandeurs	Langage écrit Mathématiques

(Geary, 2008; Tricot & Sweller, 2014)

# A quoi sert l'école ?

- A combler les lacunes des apprentissages adaptatifs
- La plupart des sociétés fondées sur l'ouverture culturelle, la découverte scientifique et l'innovation technologique sont obligées de créer des écoles pour que leurs enfants n'apprennent pas uniquement
  - ce qui leur est utile quotidiennement
  - ce que savent déjà leurs parents
  - mais ce qui leur sera utile pour devenir des citoyens libres et responsables, des professionnels, des savants
- Il faudra toujours plus d'école et une école toujours plus efficace

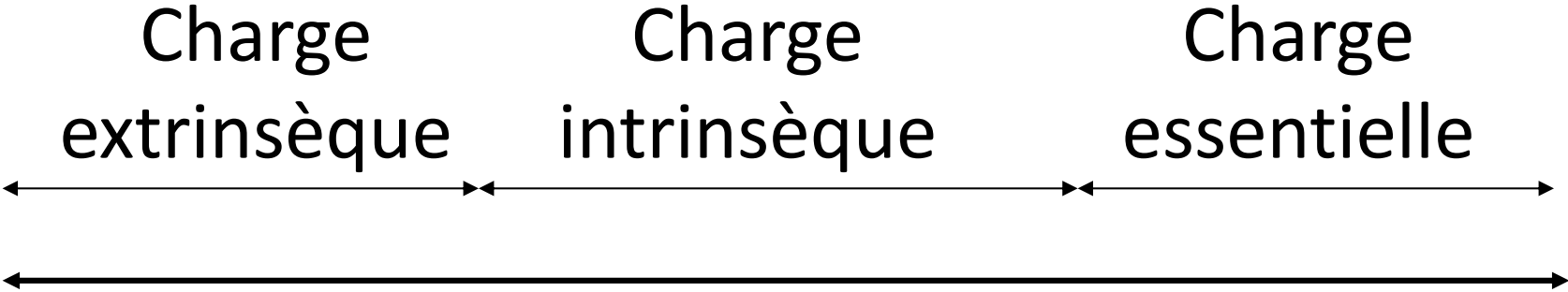
# Les apprentissages scolaires

- Sont secondaires
- Sont confrontés à des processus d'apprentissage qui ne sont pas adaptatifs
- Sont spécifiques
- Impliquent la mise en œuvre d'apprentissages coûteux
  - qui nécessitent des efforts, du travail
  - du temps
  - de la motivation
  - fondés sur la distinction tâche (moyen) / connaissance (but)
  - mobilise et a des effets sur la représentation de soi et de la tâche
  - alors que ces apprentissages n'ont pas d'utilité immédiate

# Plan

1. Les approches fondées sur les preuves en éducation
2. Qu'est-ce qu'apprendre à l'école ?
3. Comment optimiser les ressources cognitives des élèves ?
4. Conclusion

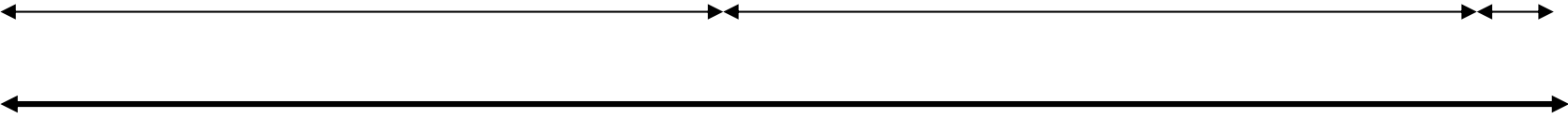
# Trois types de charge



# Trois types de charge

Charge  
extrinsèque

Charge  
intrinsèque



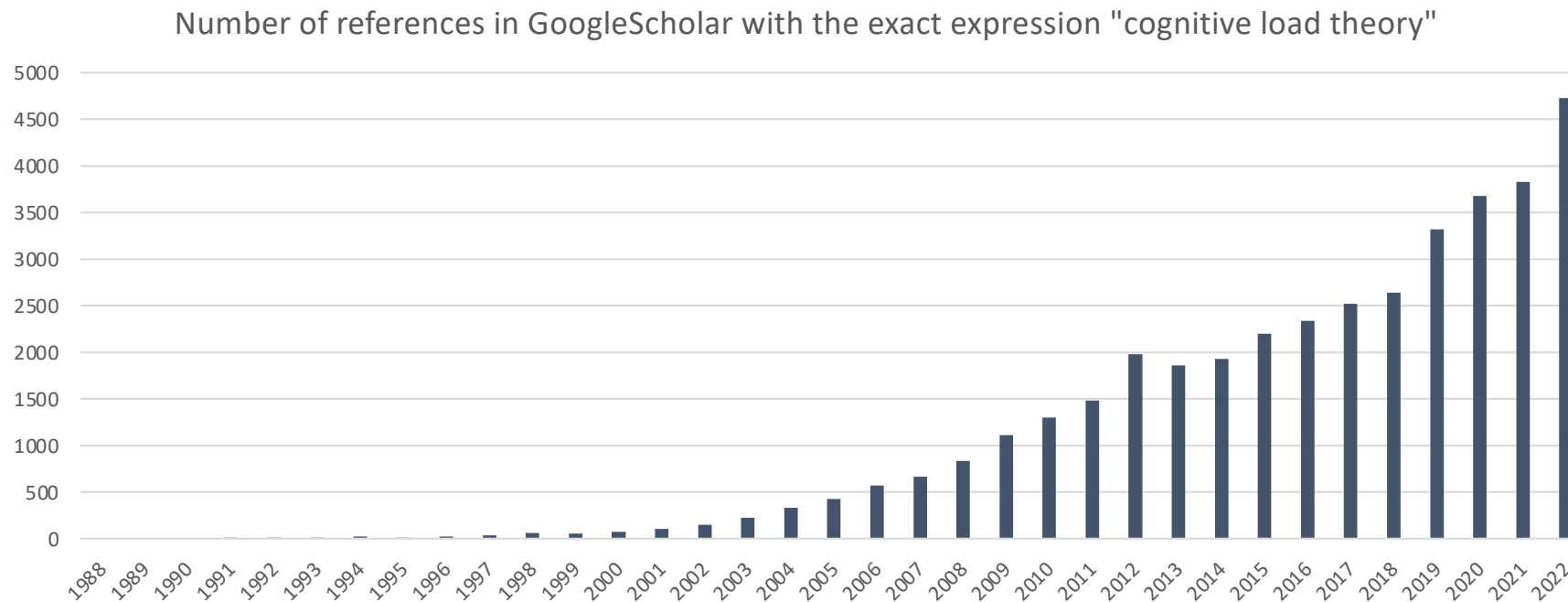


# Charge, enseignement et conception de supports pour l'enseignement

- Cette approche a permis de développer 15 techniques pour
  - réduire la charge cognitive extrinsèque
  - voire intrinsèque
  - pour libérer le maximum de ressources cognitives possibles pour la charge essentielle
  - Première citée dans le rapport Effective Professional Development (octobre 2021)

# Charge, enseignement et conception de supports pour l'enseignement

- Cette approche a permis de développer 15 techniques pour
  - réduire la charge cognitive extrinsèque
  - voire intrinsèque
  - pour libérer le maximum de ressources cognitives possibles pour la charge essentielle
  - Première citée dans le rapport Effective Professional Development (octobre 2021)



# *Le expertise reversal effect*

- Les effets positifs obtenus lorsque l'on baisse la charge cognitive avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé
- ... ne sont pas obtenus avec les élèves les plus avancés pour l'apprentissage visé
- Kalyuga et al. (1998), numéro spécial de *Instructional Science* (2010), etc.
- Conforme avec l'effet des *desirable difficulties* (Bjork & Bjork, 2011)

# L'effet de non spécification du but

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé

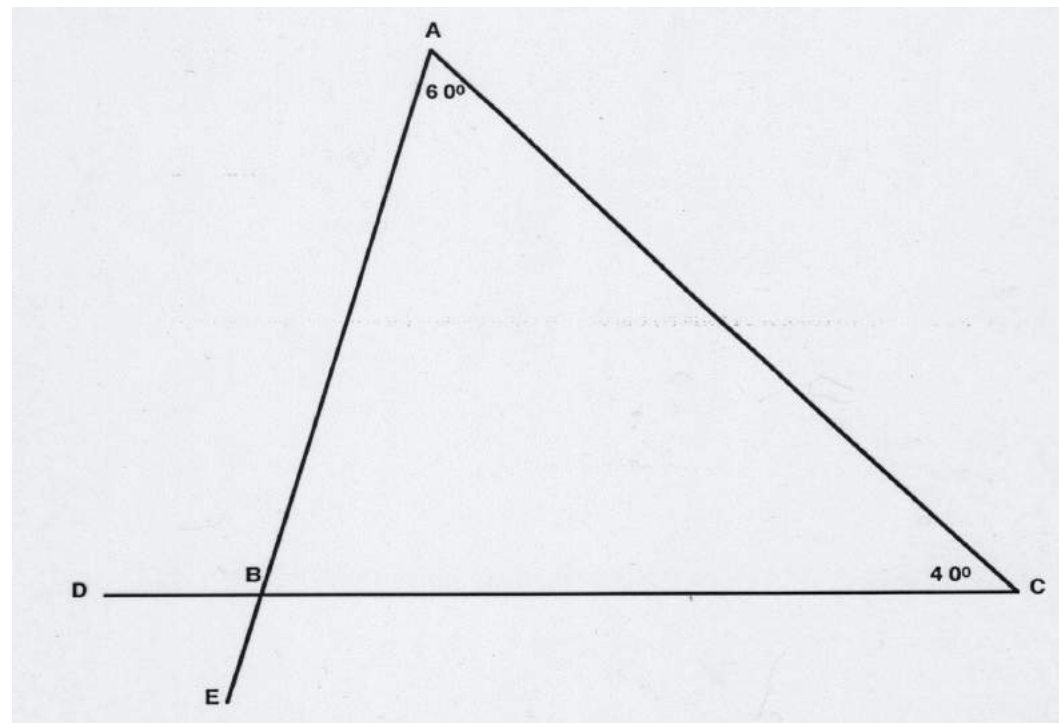
---

Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il sait faire

Spécifier le but du (même) problème

# Problème avec but spécifié

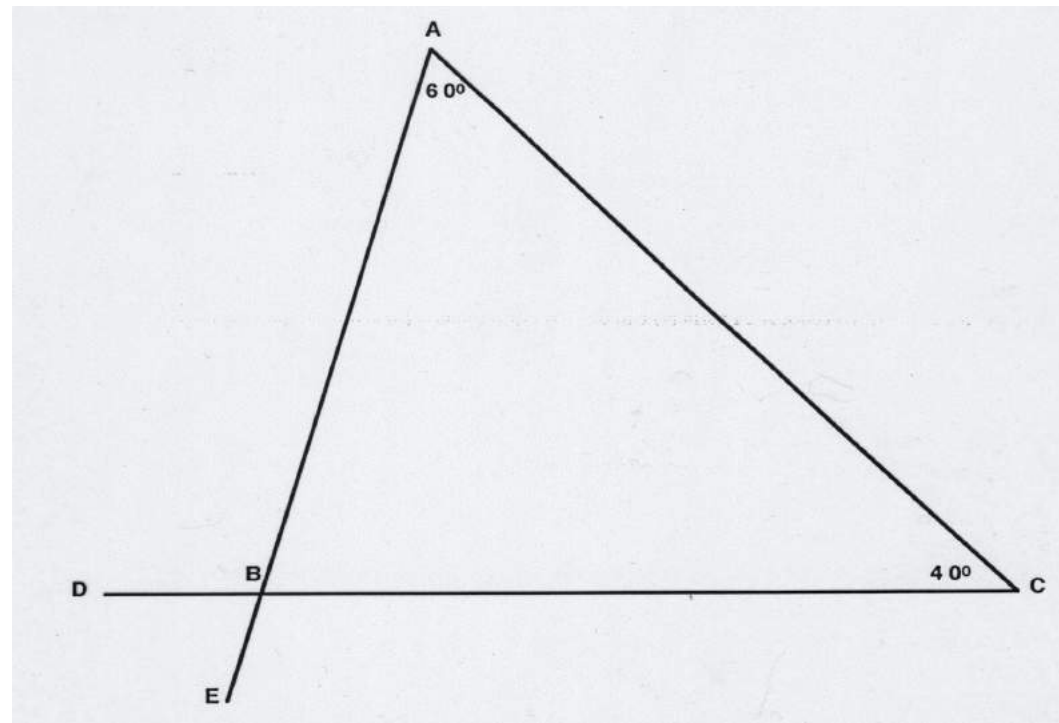
Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.



Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 275–285.

# Problème avec but non spécifié

Dans la figure ci-contre, calculez autant d'angles que vous pouvez



# L'effet du problème résolu, du problème à compléter

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

---

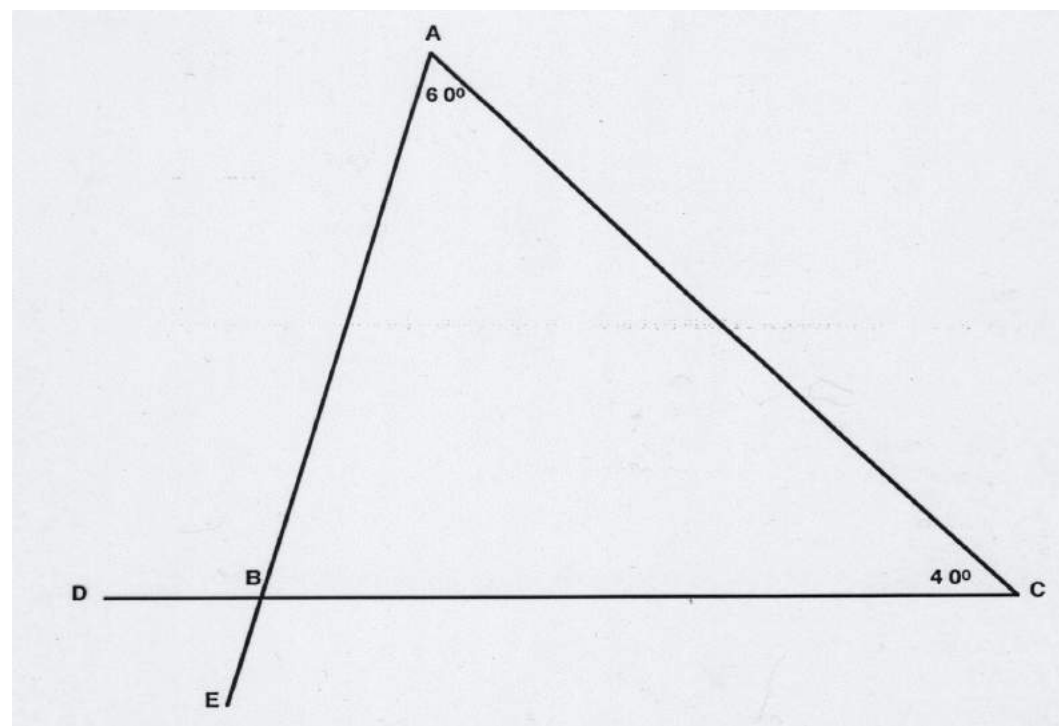
Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé

Donner à l'élève le problème résolu et lui demander d'étudier la solution

Donner le (même) problème à résoudre

# Problème à résoudre

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.



Sweller, J. & Cooper, G.A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2, 59–89.



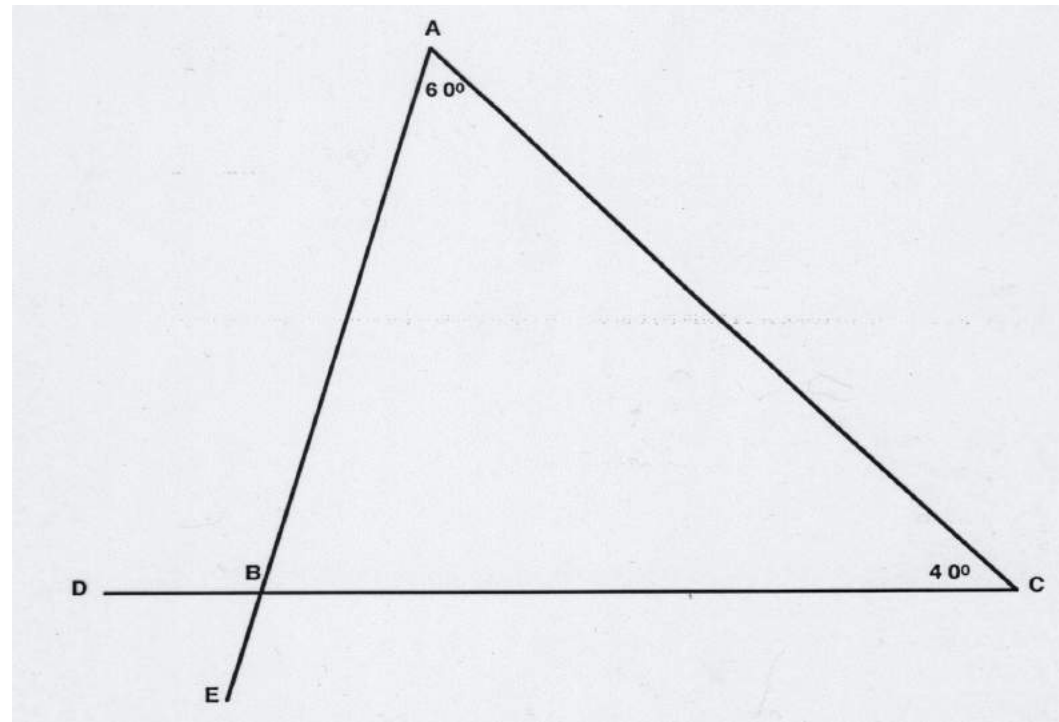
# Problème résolu

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.

Solution :

$$\begin{aligned}\text{Angle } ABC &= 180^\circ - \text{Angle } BAC - \text{Angle } BCA \\ (\text{La somme des angles d'un triangle est égale à } 180^\circ) \\ &= 180^\circ - 60^\circ - 40^\circ \\ &= 80^\circ\end{aligned}$$

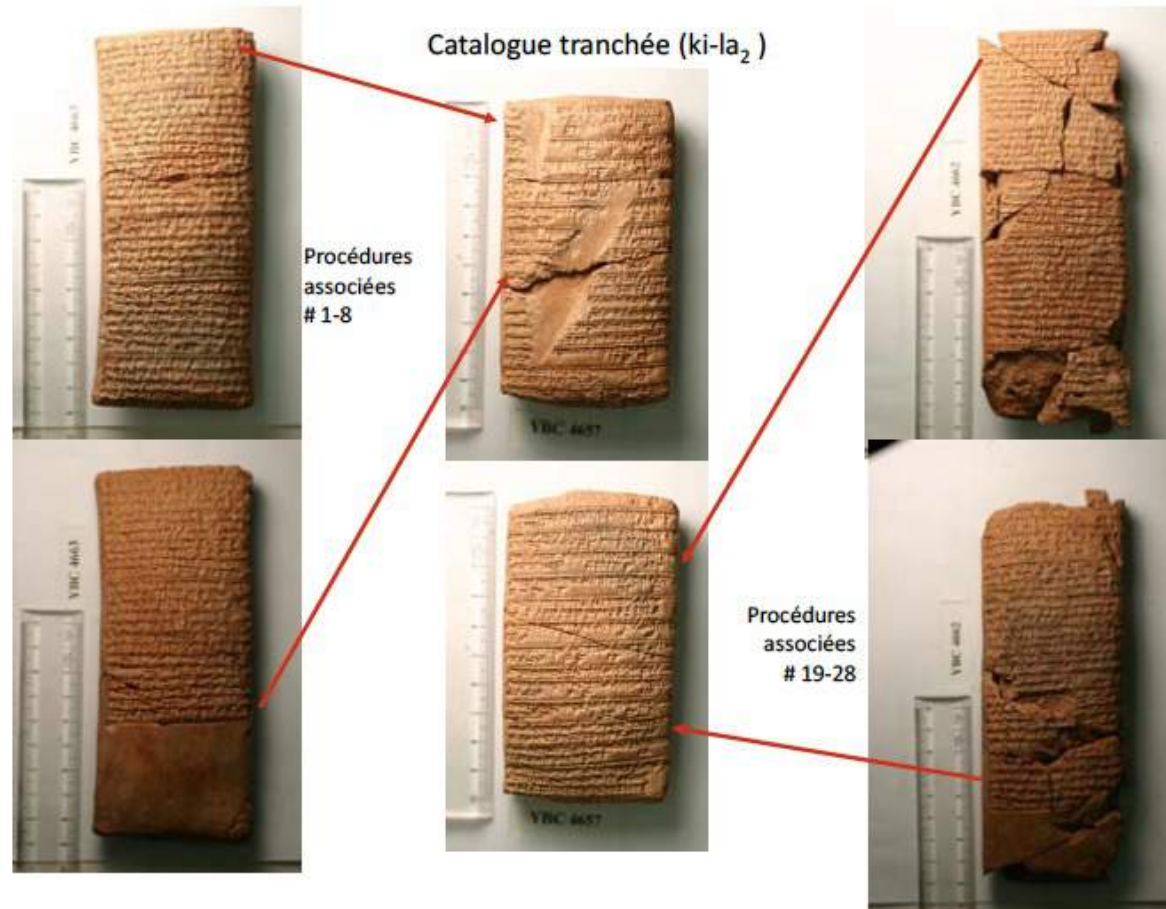
$$\begin{aligned}\text{Angle } DBE &= \text{Angle } ABC \\ (\text{deux angles opposés par le sommet sont égaux}) \\ &= 80^\circ\end{aligned}$$



Sweller, J. & Cooper, G.A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2, 59–89.

# Tablettes cunéiformes

## Période paléo-babylonienne -2000



Proust, 2009

# Autres exemples d'étude de problèmes résolus

- Lire un texte en langue étrangère avec sa traduction pour mieux comprendre son contenu et acquérir du lexique
- Etudier le texte attendu et comment il a été rédigé avant de rédiger
- Etc.

# L'effet d'attention partagée, de modalité

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus avancés pour le même apprentissage visé

---

Intégrer physiquement les informations que l'élève devra mettre en relation mentalement pour rendre cette information intelligible

Eviter la redondance : ne pas répéter inutilement ce qui peut être présenté une seule fois d'une seule manière

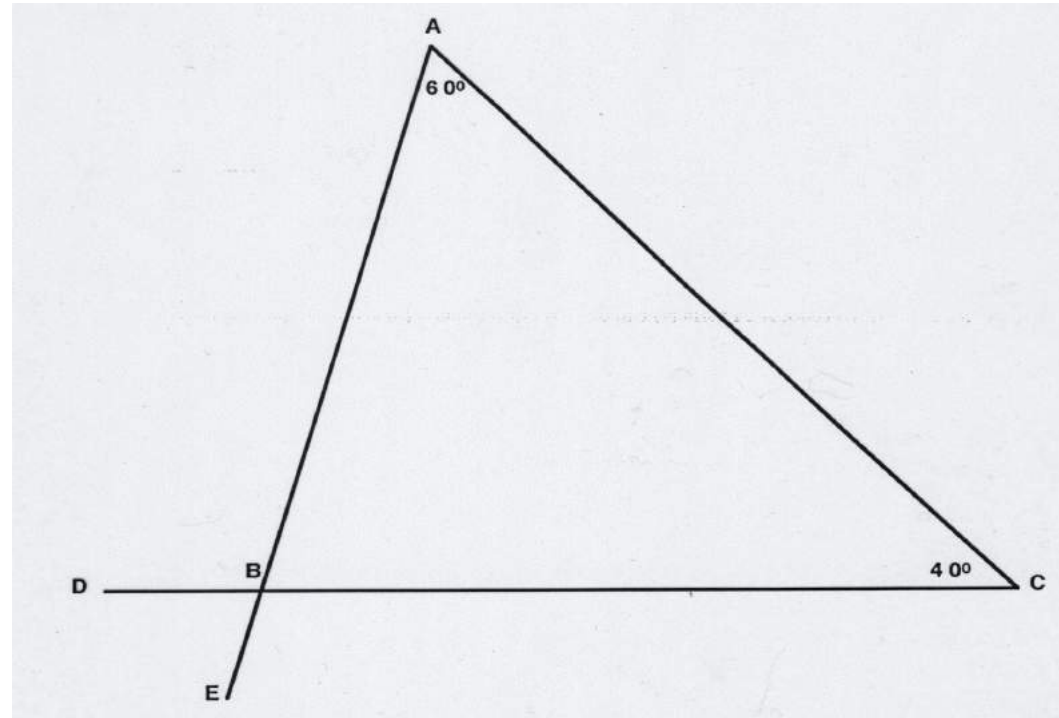
# Présentation séparée

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.

Solution :

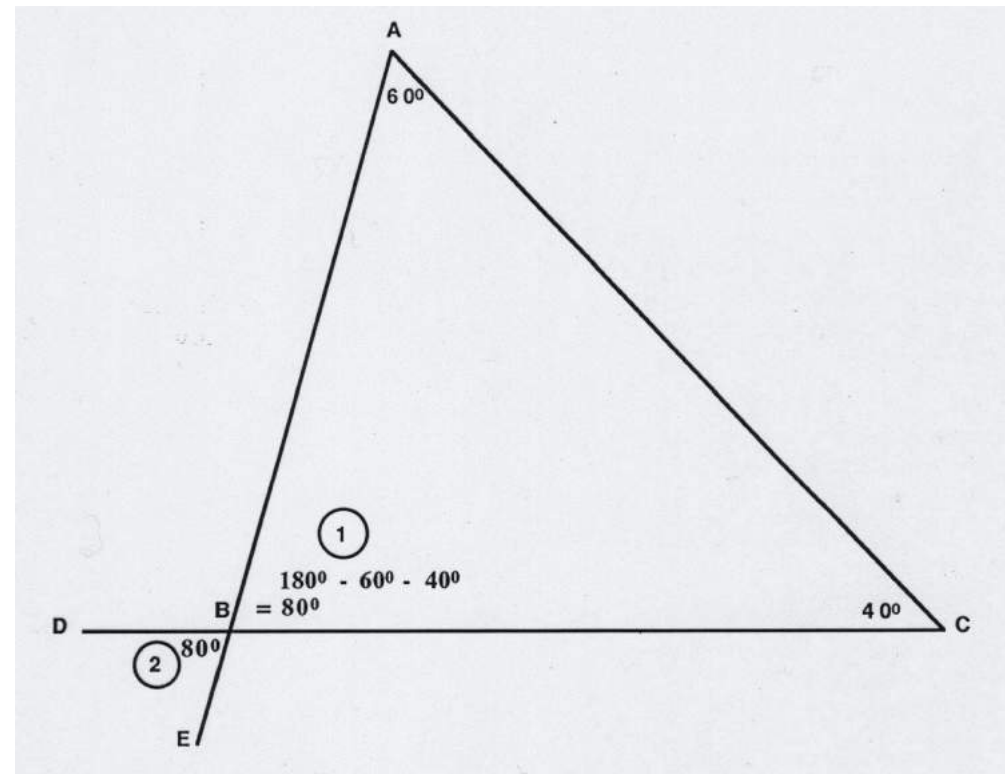
Angle ABC =  $180^\circ - \text{Angle BAC} - \text{Angle BCA}$   
(La somme des angles d'un triangle est égale à  $180^\circ$ )  
 $= 180^\circ - 60^\circ - 40^\circ$   
 $= 80^\circ$

Angle DBE = Angle ABC  
(deux angles opposés par le sommet sont égaux)  
 $= 80^\circ$



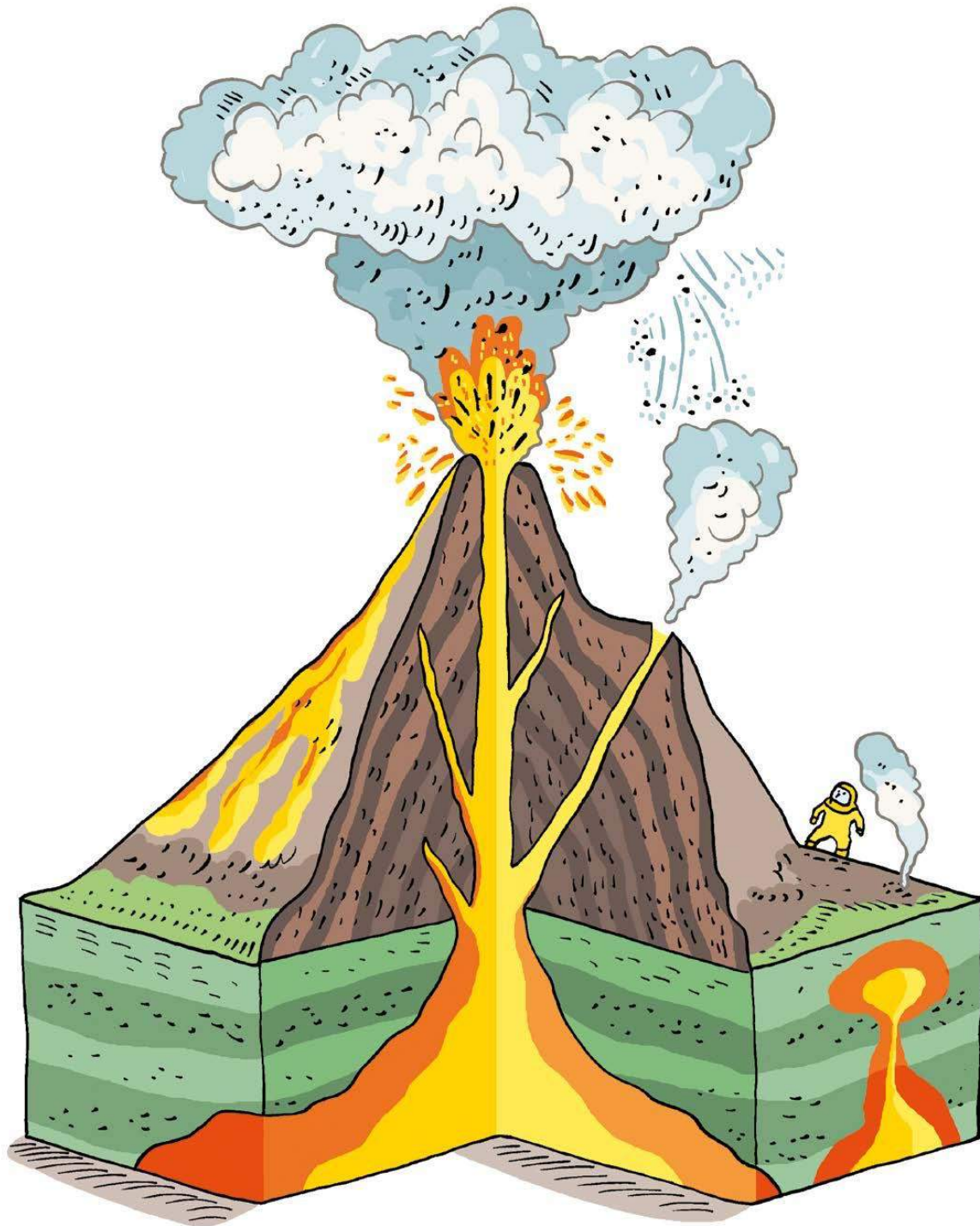
# Présentation intégrée

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.



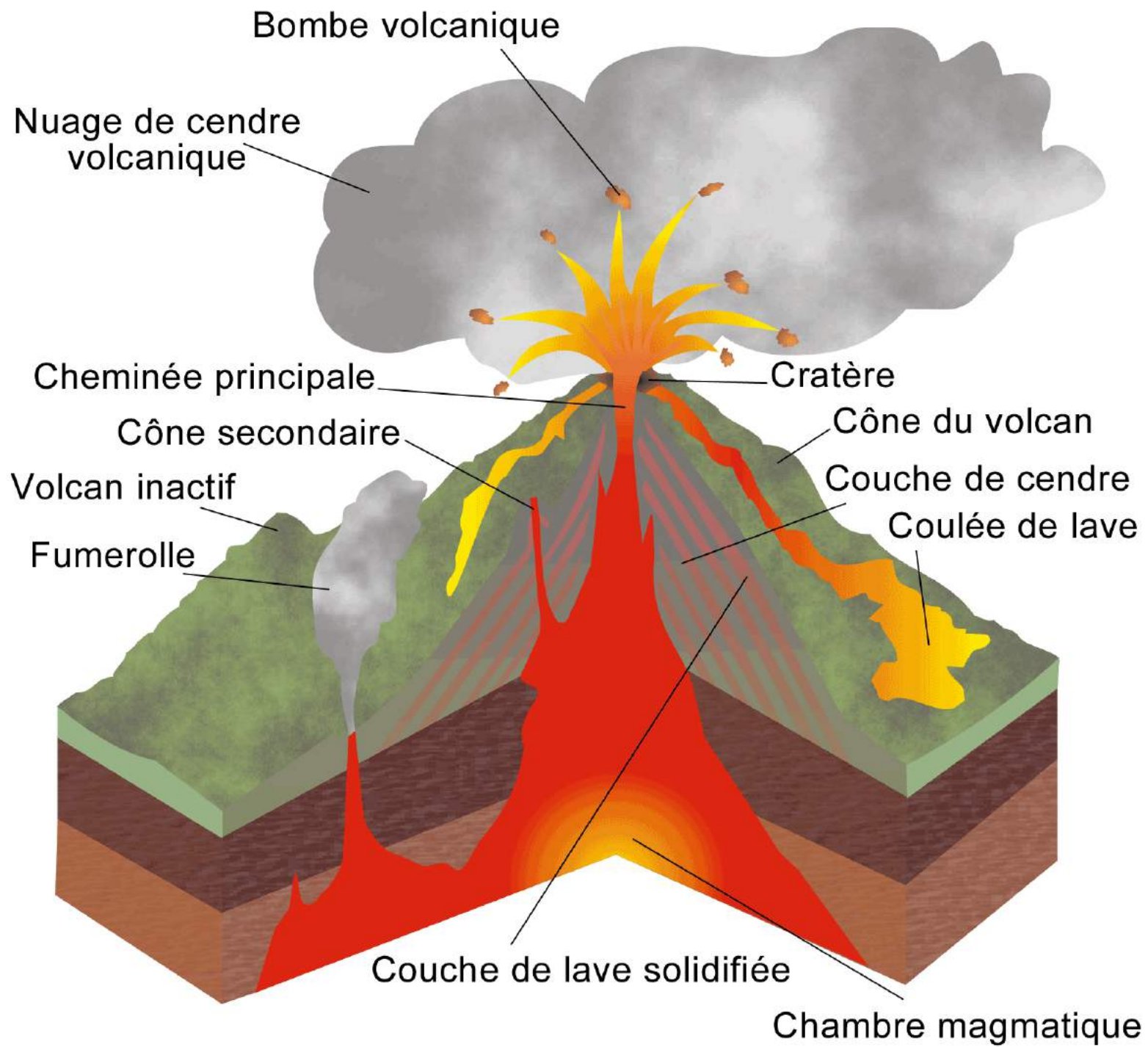
Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. *Journal of educational psychology*, 80(4), 424.





Un volcan est formé de trois parties :

1. Le réservoir de magma, situé en profondeur ;
2. Une ou plusieurs cheminées faisant communiquer le réservoir et la surface ;
3. Le relief volcanique situé à la surface, celui-ci pouvant être de formes diverses.





# Quelques mauvais exemples

- Séparer un texte et son illustration (sur deux pages)
- Séparer les questions et le feed-back
- Masquer la page principale (texte, image) avec des pop-ups
- Séparer les consignes de l'exercice de l'exercice lui-même
- Séparer la légende de l'image qu'elle explique / commente
- Afficher simultanément une texte et des animations associées
- Légènder une image par des images
- Séparer temporellement la présentation d'une image et de son explication

# L'effet du travail en groupe

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé

---

Proposer du travail en groupe (selon un scénario précis) quand l'apprentissage visé est éloigné des élèves ; sinon, le travail peut être réalisé seul

Si l'accès aux connaissances d'autrui est nécessaire, alors le travail en groupe est utile. Sinon, le travail individuel peut être mis en œuvre.

Présentation synthétique  
des 15 effets obtenus

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé on peut faire baisser la charge liée à la tâche et ainsi libérer des ressources cognitives pour apprendre

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé on peut laisser une charge plus importante car ces élèves disposent de plus de ressources cognitives

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé on peut faire baisser la charge liée à la tâche et ainsi libérer des ressources cognitives pour apprendre

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé on peut laisser une charge plus importante car ces élèves disposent de plus de ressources cognitives

1. Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il sait faire

Spécifier le but du (même) problème

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé on peut faire baisser la charge liée à la tâche et ainsi libérer des ressources cognitives pour apprendre

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé on peut laisser une charge plus importante car ces élèves disposent de plus de ressources cognitives

1. Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il sait faire

Spécifier le but du (même) problème

2. Donner à l'élève le problème résolu et lui demander d'étudier la solution ( $d = 0,57$ )  
3. Alternner les problèmes résolus et les problèmes à résoudre  
4. Donner le problème avec une solution partielle

Donner le (même) problème à résoudre

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé on peut faire baisser la charge liée à la tâche et ainsi libérer des ressources cognitives pour apprendre

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé on peut laisser une charge plus importante car ces élèves disposent de plus de ressources cognitives

1. Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il sait faire

Spécifier le but du (même) problème

2. Donner à l'élève le problème résolu et lui demander d'étudier la solution ( $d = 0,57$ )  
3. Alternner les problèmes résolus et les problèmes à résoudre  
4. Donner le problème avec une solution partielle

Donner le (même) problème à résoudre

5. Intégrer physiquement les informations que l'élève devra mettre en relation mentalement pour rendre cette information intelligible ( $d = 0,85$ )

Eviter la redondance : ne pas répéter inutilement ce qui peut être présenté une seule fois d'une seule manière

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé on peut faire baisser la charge liée à la tâche et ainsi libérer des ressources cognitives pour apprendre

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé on peut laisser une charge plus importante car ces élèves disposent de plus de ressources cognitives

1. Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il sait faire

Spécifier le but du (même) problème

2. Donner à l'élève le problème résolu et lui demander d'étudier la solution ( $d = 0,57$ )  
3. Alternner les problèmes résolus et les problèmes à résoudre  
4. Donner le problème avec une solution partielle

Donner le (même) problème à résoudre

5. Intégrer physiquement les informations que l'élève devra mettre en relation mentalement pour rendre cette information intelligible ( $d = 0,85$ )  
6. Eliminer toutes les informations inutiles ou décoratives ( $g = 0,33$ ), notamment statiques ( $g = 0,43$ ), et encore plus les multimédia ( $g = 0,87$ )

Eviter la redondance : ne pas répéter inutilement ce qui peut être présenté une seule fois d'une seule manière



Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé on peut faire baisser la charge liée à la tâche et ainsi libérer des ressources cognitives pour apprendre

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé on peut laisser une charge plus importante car ces élèves disposent de plus de ressources cognitives

1. Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il sait faire

Spécifier le but du (même) problème

2. Donner à l'élève le problème résolu et lui demander d'étudier la solution ( $d = 0,57$ )  
3. Alternier les problèmes résolus et les problèmes à résoudre  
4. Donner le problème avec une solution partielle

Donner le (même) problème à résoudre

5. Intégrer physiquement les informations que l'élève devra mettre en relation mentalement pour rendre cette information intelligible ( $d = 0,85$ )  
6. Eliminer toutes les informations inutiles ou décoratives ( $g = 0,33$ ), notamment statiques ( $g = 0,43$ ), et encore plus les multimédia ( $g = 0,87$ )  
7. Présenter les sources d'information que l'élève devra mettre en relation dans des modalités différentes (auditive et visuelle) ( $d = 0,72$ )

Eviter la redondance : ne pas répéter inutilement ce qui peut être présenté une seule fois d'une seule manière

8. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie ( $d = 0,42$ )	Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections

8. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie ( $d = 0,42$ )	Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections
9. Varier les exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage	Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas



8. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie ( $d = 0,42$ )	Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections
9. Varier les exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage	Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas
10. Faire disparaître le guidage progressivement ( $d=0,71$ )	D'emblée, ne pas guider et laisser l'élève explorer librement
11. Demander à l'élève de mémoriser les relations les plus importantes	Demander à l'élève de s'auto-expliquer les relations les plus importantes

<p>8. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie (<math>d = 0,42</math>)</p>	<p>Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections</p>
<p>9. Varier les exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage</p>	<p>Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas</p>
<p>10. Faire disparaître le guidage progressivement (<math>d=0,71</math>)</p>	<p>D'emblée, ne pas guider et laisser l'élève explorer librement</p>
<p>11. Demander à l'élève de mémoriser les relations les plus importantes</p>	<p>Demander à l'élève de s'auto-expliquer les relations les plus importantes</p>
<p>12. Ne pas présenter d'information transitoire continue (oral, vidéo) ; présenter plutôt des informations statiques, faire des pauses aux moments pertinents (<math>g = 0,31</math>)</p>	<p>Présenter de l'information transitoire continue (oral, vidéo), laisser les élèves décider quand ils font des pauses</p>

<p>8. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie (<math>d = 0,42</math>)</p>	<p>Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections</p>
<p>9. Varier les exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage</p>	<p>Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas</p>
<p>10. Faire disparaître le guidage progressivement (<math>d=0,71</math>)</p>	<p>D'emblée, ne pas guider et laisser l'élève explorer librement</p>
<p>11. Demander à l'élève de mémoriser les relations les plus importantes</p>	<p>Demander à l'élève de s'auto-expliquer les relations les plus importantes</p>
<p>12. Ne pas présenter d'information transitoire continue (oral, vidéo) ; présenter plutôt des informations statiques, faire des pauses aux moments pertinents (<math>g = 0,31</math>)</p>	<p>Présenter de l'information transitoire continue (oral, vidéo), laisser les élèves décider quand ils font des pauses</p>
<p>13. Proposer du travail en groupe (selon un scénario précis : <math>g = 0,72</math>) quand l'apprentissage visé est éloigné des élèves ; sinon, le travail peut être réalisé seul</p>	<p>Si l'accès aux connaissances d'autrui est nécessaire, alors le travail en groupe est utile. Sinon, le travail individuel peut être mis en œuvre.</p>

8. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie ( $d = 0,42$ )	Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections
9. Varier les exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage	Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas
10. Faire disparaître le guidage progressivement ( $d=0,71$ )	D'emblée, ne pas guider et laisser l'élève explorer librement
11. Demander à l'élève de mémoriser les relations les plus importantes	Demander à l'élève de s'auto-expliquer les relations les plus importantes
12. Ne pas présenter d'information transitoire continue (oral, vidéo) ; présenter plutôt des informations statiques, faire des pauses aux moments pertinents ( $g = 0,31$ )	Présenter de l'information transitoire continue (oral, vidéo), laisser les élèves décider quand ils font des pauses
13. Proposer du travail en groupe (selon un scénario précis : $g = 0,72$ ) quand l'apprentissage visé est éloigné des élèves ; sinon, le travail peut être réalisé seul	Si l'accès aux connaissances d'autrui est nécessaire, alors le travail en groupe est utile. Sinon, le travail individuel peut être mis en œuvre.
14. Mettre en exergue ce qui est important. Expliciter les liens entre les parties d'un tout ( $d = 0,38$ )	Ne pas tout expliquer : engager les élèves dans des activités de production d'inférences, d'hypothèses, de conjectures



8. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie ( $d = 0,42$ )	Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections
9. Varier les exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage	Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas
10. Faire disparaître le guidage progressivement ( $d=0,71$ )	D'emblée, ne pas guider et laisser l'élève explorer librement
11. Demander à l'élève de mémoriser les relations les plus importantes	Demander à l'élève de s'auto-expliquer les relations les plus importantes
12. Ne pas présenter d'information transitoire continue (oral, vidéo) ; présenter plutôt des informations statiques, faire des pauses aux moments pertinents ( $g = 0,31$ )	Présenter de l'information transitoire continue (oral, vidéo), laisser les élèves décider quand ils font des pauses
13. Proposer du travail en groupe (selon un scénario précis : $g = 0,72$ ) quand l'apprentissage visé est éloigné des élèves ; sinon, le travail peut être réalisé seul	Si l'accès aux connaissances d'autrui est nécessaire, alors le travail en groupe est utile. Sinon, le travail individuel peut être mis en œuvre.
14. Mettre en exergue ce qui est important. Expliciter les liens entre les parties d'un tout ( $d = 0,38$ )	Ne pas tout expliquer : engager les élèves dans des activités de production d'inférences, d'hypothèses, de conjectures
15. Faire des pauses pendant l'apprentissage, donner plus de temps ( $d = 0,46$ )	Ne pas faire de pause

Autres effets

---

Pré-                    Définir, expliquer ou rappeler les mots, les notions et les objets qui vont être  
apprentissage    évoqués lors de l'apprentissage ( $d = 0,83$ )

---

# Plan

1. Les approches fondées sur les preuves en éducation
2. Qu'est-ce qu'apprendre à l'école ?
3. Comment optimiser les ressources cognitives des élèves ?
4. Conclusion

# Conclusion

- Il est possible d'apprendre la même connaissance en optimisant l'exigence de la tâche et du support
  - En diminuant temporairement les exigences de la tâche
  - En maintenant les exigences de l'apprentissage
- Les techniques pour faire cela sont étayées empiriquement et théoriquement, certaines ont fait l'objet de méta-analyses

**Merci !**

# Quelques diagnostics de difficultés en situation

- L'élève manque de connaissances pour traiter la situation (il faut alors identifier lesquelles, précisément)
- L'élève manque de connaissances « implicites » (non apprises à l'école) pour traiter la situation
- L'élève est en surcharge cognitive (pour des raisons cognitives, émotionnelles, attentionnelles, affectives, etc. mais aussi manque d'automatismes)
- L'élève ne réussit pas à utiliser une connaissance qu'il ou elle la maîtrise pourtant dans d'autres situations
- L'élève ne traite l'information au bon niveau : pragmatique, formel, linguistique, etc.
- L'élève ne parvient pas à gérer sa propre activité
  - Il ou elle ne comprend pas ce qui est attendu, ne sait pas comment faire, comment planifier
  - L'élève n'a pas vérifié, il ou elle ne s'est pas relu ; ou ne sait pas *comment* vérifier
  - L'élève a arrêté trop tôt, il ou elle a abandonné, ne sait pas réguler sa propre activité, ne parvient pas à réussir à changer de façon de faire
  - L'élève utilise des stratégies stéréotypées, peu dépendantes de la tâche
  - L'élève ne parvient pas à savoir s'il a réussi ou pas
- L'élève ne s'engage pas, il ou elle n'essaie pas
  - Pour lui ou elle, l'école et les savoirs scolaires, sont non pertinents, il ne comprend pas leur sens, à quoi ils servent
  - Il ou elle a le statut de mauvais élève
  - Il ou elle est persuadé d'échouer
  - Il ou elle préfère ne rien faire plutôt que de risquer d'échouer
  - Il ou elle ne fait que ce qu'il est certain de réussir

# Les élèves apprennent mieux en groupe, quand...

Principe	Description
Complexité de la tâche	la tâche est suffisamment complexe pour justifier le surcroît de travail
Guidage et soutien	on guide la réalisation de la tâche pour aider les élèves à faire face à une nouvelle situation ou à un nouvel environnement de collaboration
Expertise du domaine	l'expertise des membres du groupe dans le domaine de contenu est élevée
Compétences en matière de collaboration	l'expertise des membres du groupe pour collaborer est élevée
Taille du groupe	la taille du groupe est limitée
Rôles au sein du groupe	chacun sait précisément ce qu'il a à faire
Composition du groupe	la répartition des connaissances entre les membres du groupe est homogène
Expérience antérieure de la tâche	les membres de l'équipe ont de l'expérience, ils savent coordonner leurs actions sur les tâches
Expérience antérieure du groupe	les membres de l'équipe ont de l'expérience à travailler

Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F., & Zambrano, J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 13*(2), 213-233.



# 3 types et 4 niveaux de feedback : le modèle de Hattie et Timperley (2007)

	Niveau de la tâche	Niveau du processus	Niveau de l'autorégulation	Niveau du soi
À propos du but (constat)	Tu as fini / pas fini, tu as atteint / pas atteint le but	Tu as bien compris, tu as bien analysé	Est-ce que tu as fini ? Penses-tu que tu as atteint le but ? Que tu as bien compris ?	Ce dernier niveau n'est pas spécialement efficace. Important de ne pas le confondre avec les autres. Exemples de feedback centrés sur le soi : tu es fort, tu es intelligent, tu es le meilleur
À propos de la manière (diagnostic)	Tu t'y prends bien, tu fais comme il faut	Tu as fait telle erreur au cours de telle étape	Penses-tu que tu t'y prends bien ? Que tu utilises la bonne stratégie? Pourrais tu en utiliser une autre ?	
À propos de la prochaine étape	La prochaine étape à réaliser c'est ...	La prochaine étape est de comprendre..., d'analyser ...	Que vas-tu faire à la prochaine étape? Pourquoi ?	

# Huit façons de d'améliorer l'apprentissage avec la tâche « lire un texte »

Stratégie	Description	Études >	Taille de l'effet
Résumer	Réaliser un résumé oral ou écrit de ce que l'on est en train d'essayer de comprendre, comme une explication, un texte, un document multimédia, etc.	26/30	$d = 0,50$
Cartographier	Représenter ce que l'on est en train d'essayer de comprendre comme un ensemble de nœuds représentant les concepts centraux, reliés entre eux par des liens signifiants. Sous la forme - d'une carte conceptuelle - d'une carte mentale - d'une matrice conceptuelle	36/39	$d = 0,62$ $d = 0,43$ $d = 1,07$
Dessiner, schématiser	Réaliser un dessin qui décrit, représente, illustre ce que l'on est en train d'essayer de comprendre	26/28	$d = 0,40$
Imaginer	Imaginer un dessin, se représenter mentalement la carte, le schéma que l'on réaliserait pour décrire, représenter, illustrer ce que l'on est en train d'essayer de comprendre	16/22	$d = 0,65$
S'auto-évaluer	Répondre à des questions d'évaluation, voire créer pour soi-même une évaluation qui met en œuvre la connaissance apprise	70/76	$d = 0,57$
S'auto-expliquer	Produire une explication écrite ou orale de ce que l'on est en train d'étudier	44/54	$d = 0,61$
Expliquer à autrui	Expliquer à autrui ce que l'on est en train d'étudier	17/19	$d = 0,77$
Agir physiquement	Manipuler des objets, réaliser des gestes en relation avec ce que l'on est en train d'étudier	36/49	$d = 0,51$

Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2015). Learning as a generative activity. Cambridge University Press.